

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-305434

(43)公開日 平成8年(1996)11月22日

(51)Int.Cl.[°] 識別記号

G05B 19/4155

B24B 19/12

G05B 19/4103

F I

G05B 19/403

B24B 19/12

G05B 19/415

V

C

J

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全11頁)

(21)出願番号 特願平7-113396

(22)出願日 平成7年(1995)5月11日

(71)出願人 000149066

オークマ株式会社

愛知県名古屋市中区辻町1丁目32番地

(72)発明者 吉村 辰浩

愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の

1 オークマ株式会社大口工場内

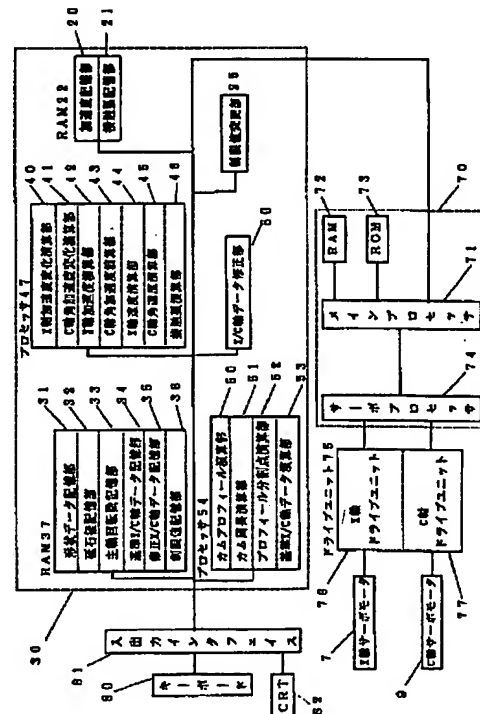
(74)代理人 弁理士 石田 喜樹

(54)【発明の名称】 非円形工作物の加工データ作成装置

(57)【要約】

【目的】 主軸台や砥石台を制御するX/C軸データを熟練知識なしで作成できるとともに、入力ミスによる誤ったX/C軸データの作成を防止する。

【構成】 主軸回転と砥石台の往復運動を制御して非円形工作物を加工する装置の加工のために、工作物の非円形形状を表す形状データと、砥石の直径と、前記工作物一回転に要する時間とから、主軸の回転角度と砥石台移動位置のX/C軸データを作成する非円形工作物の加工データ作成装置において、予め設定又は入力された主軸と砥石台の速度及び加速度の制限値を考慮して作成されたX/C軸データの変位及び加速度を、工作物の一回転分について図形として表示して(S17)、その出力結果から加速度の制限値を前記図形上で編集手段により変更設定し(S18, S19)、編集された制限値によりX/C軸データを再度作成する(S23)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主軸回転と砥石台の往復運動を制御して非円形工作物を加工する装置の加工のために、工作物の非円形形状を表す形状データと、砥石の直径と、前記工作物一回転に要する時間とから、主軸の回転角度と砥石台移動位置の X/C 軸データを作成する非円形工作物の加工データ作成装置において、予め設定又は入力された主軸と砥石台の速度及び加速度の制限値を考慮して作成された X/C 軸データの変位及び加速度を、工作物の一回転分について図形として表示する手段と、その出力結果から加速度の制限値を前記図形上で変更設定する編集手段と、編集された制限値により前記 X/C 軸データを再度作成する手段と、を有することを特徴とする非円形工作物の加工データ作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、編集作業を視覚的に理解しやすく熟練知識なく作業できるとともに、数値入力を無くし入力ミスを防止する非円形工作物の加工データ作成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】主軸の回転と、砥石車を備えた砥石台の送り運動の同期制御で、カム等の非円形工作物を加工する研削盤等の装置では、主軸の回転角度と、砥石台の移動位置の制御データが必要となる。（以下、X/C 軸データと呼ぶ。）

【0003】X/C 軸データは、通常、工作物の回転中心から外面までの距離と、その距離を表す線分の角度を工作物一周分について求めた形状データ（リフトデータ）から、研削用の砥石車の直径、および工作物が 1 回転に要する時間を考慮して、主軸の回転角度と砥石台の移動位置とを表す X/C 軸データが作成され、このデータを基に加工が行われる。一般的に、砥石台の加速度が大きくなるところでは形状誤差が大きくなるため、砥石台の加速度が少なくなるようにデータ作成する。また、工作物の外周の研削速度（以下、周速度と呼ぶ。）が急に速くなる部分では、研削抵抗が増大して工作物がたわみ、形状誤差の原因となっている。このような場合も、単位時間当たりの研削量を減少させるために X/C 軸が低い速度で動くようにデータを作成するようにしている。

【0004】これをカムの研削を例にとって説明すると、カムのリフト部の研削は砥石台の加速度が大きくなるため、砥石台系のたわみが発生したり、サーボの追従性誤差が大きくなるなどの原因で加工誤差が大きくなる。そのため、砥石台がゆっくり動くように X/C 軸データを作成しなければならないのである。また、リフト部では周速度が急に速くなるため、単位時間当たりの研削量が急増して工作物がたわみ、削り残しが発生し形状誤差となる。この場合も砥石台の動く速度を下げ、単位

時間当たりの研削量が少なくなるように X/C 軸データを作成しなければならない。このように、X/C 軸データは 2 つの要因で速度を低減しなければならなかった。

【0005】この問題に対し本願出願人は先に特開平 5 - 3 0 1 1 5 4 号の技術を提案している。この技術は予めカムの外周上を、一定で、かつ、十分遅い研削速度で研削できるように X/C 軸データをつくっておき、次に、所定ステップ数ごとに前記 X/C 軸データを読み飛ばして、新しい X/C 軸データを作る。このとき、速度・加速度・加速度の変化を計算して、その算出値がそれぞれの制限値に納まっているかどうかを調べる。制限値に納まっていないときには、読み飛ばすステップ数を少なくして再度修正 X/C 軸データを作成する。このようにして、研削に使う X/C 軸データが作られていくようにしたものである。そしてこれらの制限値は、操作者により非円形工作物の加工データ作成装置のキーボードから数値入力されていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような制限値を数値入力する非円形工作物の加工データ作成装置では、第 1 に、数値を入力する際にミスがあっても発見しにくい。これは、加工データを作成する作業に習熟した者であれば数値の大きさに対する妥当性が判断できるのであるが、熟練知識のない者では、数値の大きさだけからでは加速度などの現象を理解しにくい。

【0007】そして、制御値に入力ミスがあった場合、加工誤差の増大や、カムの焼き入れ硬度が低下したり、CBN 砥粒に損傷を与え高価な CBN ホイールの寿命を縮める。また、加工機械の追従限界を越えた制御値である場合、その機械に過大な負荷を与えるだけでなく、主軸と砥石の同時制御ができなくなる。第 2 に、カムのような非円形工作物でも、部分的に高い形状精度が得られれば良い場合があり、形状精度が低い部分については制限値が大きいても良いのだが、形状精度の高い部分の加速度の制限値が全体に効いてしまい、砥石台の移動速度が遅くなり加工時間が長くなることがある。

【0008】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、これらの制限値を考慮して、主軸台や砥石台を制御する X/C 軸データを熟練知識なしで作成できるとともに、入力ミスによる誤った X/C 軸データの作成を防止する加工データ作成装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためにこの発明では、主軸回転と砥石台の往復運動を制御して非円形工作物を加工する装置の加工のために、工作物の非円形形状を表す形状データと、砥石の直径と、前記工作物一回転に要する時間とから、主軸の回転角度と砥石台移動位置の X/C 軸データを作成する非円形工作物の加工データ作成装置において、予め設定又は入力さ

れた主軸と砥石台の速度及び加速度の制限値を考慮して作成されたX/C軸データの変位及び加速度を、工作物の一回転分について図形として表示する手段と、その出力結果から加速度の制限値を前記図形上で変更設定する編集手段と、編集された制限値により前記X/C軸データを再度作成する手段と、を有する非円形工作物の加工データ作成装置である。

【0010】

【作用】上記の手段に係る本願発明の非円形工作物の加工データ作成装置は、予め設定又は入力された主軸と砥石台の速度及び加速度の制限値を考慮して、工作物の非円形形状を表す形状データと、砥石の直径と、前記工作物一回転に要する時間とから作成したX/C軸データの変位及び加速度を、工作物の一回転分について図形として表示することにより、主軸の回転角度と砥石台移動位置のX/C軸データが視覚的に判別しやすくなり、その出力結果から加速度の制限値を前記図形上で変更設定できる編集手段を設けたから入力ミスを防ぎ、編集された制限値によりX/C軸データを再度作成した上で、主軸回転と砥石台の往復運動を制御して非円形工作物を加工する装置に加工動作させることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図1ないし図11を用いて説明する。図1は本発明を適用したNC研削盤の平面図であって、ベッド1上後方には工作物に向かって前後に運動可能に案内された砥石台2が置かれており、砥石台2はベッド1に取り付けられたX軸サーボモータ7によりボールねじ8を介して移動位置決め可能になっている。砥石台2には砥石車10がモータ11によって回転駆動可能に設置される。ベッド1の前側にはZ軸方向に設けられた摺動面上にテーブル5が移動可能に設置され、テーブル5の上には主軸台3と心押台6が取り付け位置を移動可能に固定されている。主軸台3には主軸4が回転可能に支持され、主軸4は主軸台3に取り付けられたC軸サーボモータ9により回転される。主軸4の先端に固定されたチャック13と心押台6によって工作物12は支持されており、主軸4の回転が滑ることなく伝えられる。

【0012】図2は非円形データ前処理部30及び数値制御装置70の構成を示したものである。キーボード80から入力されたデータは入出力インタフェース81を介して非円形データ前処理部30や数値制御装置70に伝えられ、後述する制限値がCRT82に表示され、その画面上でデータの編集が行われる。数値制御装置70はNC研削盤の各軸の制御を行うためのサーボシステムであって、その中のRAM72は加工プログラムや制御軸に関する変数を記憶しておく部分で、ROM73は電源投入時に読み込まれる軸制御に関するソフトウェアを記憶する部分である。それらのデータの処理にはメインプロセッサ71が使用される。サーボプロセッサ74

は主にメインプロセッサ71から与えられた軸移動の指令値を受けて加減速の処理を行いドライブユニット75に軸移動の指令を与える部分である。ドライブユニット75は各軸のサーボモータ7, 9を駆動するための電力をそれぞれ供給するX軸ドライブユニット76, C軸ドライブユニット77からなる。

【0013】非円形データ前処理部30では与えられた非円形の形状データから砥石径と工作物が一回転に要する時間を考慮してX/C軸データを計算する部分で、さらに主軸・砥石台の速度・加速度・加速度変化が機械の追従限界内に納まり、工作物円周上の研削速度が一定に近づくように、かつ、接触弧長さの変化が急変しないように修正したX/C軸データを作成する機能を備えている。

【0014】形状データ記憶部31は非円形形状を表す形状データを記憶する部分、砥石径記憶部32は砥石車の直径を記憶する部分、主軸回転数記憶部33は加工時に工作物が一回転に要する時間を記憶する部分、基準X/C軸データ記憶部34は工作物と砥石を接触させたときの砥石台の位置と主軸の角度である基準X/C軸データを記憶しておく部分、修正X/C軸データ記憶部35は主軸・砥石台の速度・加速度・加速度変化・接触弧長さの算出値が予め設定しておいた制限値内に納まるように修正したX/C軸データを記憶しておく部分、制限値記憶部36は予め設定又は入力された主軸・砥石台の速度・加速度・加速度変化・接触弧長さの制限値を記憶しておく部分で、以上はRAM37内に設けられている。

【0015】カムプロフィール演算部50は与えられた角度とリフトの点群を輪郭のデータに変換する部分、カム周長演算部51はその輪郭の長さを計算する部分、プロフィール分割点演算部52は求めた輪郭上を微小で等しい長さに分割する部分、基準X/C軸データ演算部53はその等分割された点に砥石を接触させたときの砥石台の位置と主軸の角度を計算する部分で以上はプロセッサ54内に設けられている。

【0016】プロセッサ47は、基準X/C軸データを所定ステップ数ごとに飛ばして読み取りそれぞれ軸の速度・加速度・加速度の変化を計算する部分で、X/C軸データに基づきX軸及びC軸の速度（角速度）、加速度（角加速度）、加速度変化（角加速度変化）を演算するX軸加速度変化演算部40、C軸角加速度変化演算部41、X軸加速度演算部42、C軸角加速度演算部43、X軸速度演算部44、C軸角速度演算部45及び研削時の接触弧の長さを計算する接触弧演算部から構成される。X/C軸データ修正部60は計算された速度・加速度・加速度の変化・接触弧長さの算出値が制限値を越えた場合に前記ステップ数を減らし制限値内に納まるように修正する部分である。

【0017】RAM22は、修正X/C軸を演算した制限値を変更したCRT82上の座標を最大値として記録

する加速度記憶部 2 0 と接触弧記憶部 2 1 とからなり、制限変更部 2 5 はその最大値から新たな制限値を逆算して制限値記憶部 3 6 を更新させる。

【0018】続いて本発明の一実施例の作用について図 3 のフローチャートを用いて説明する。ステップ 1 において基準 X/C 軸データを読み込む。この基準 X/C 軸データは次の手順により作成される。先ず入力された非円形状を表す形状データは形状データ記憶部 3 1 に記憶され、与えられた角度とリフトの点群をカムプロフィール演算部 5 0 で工作物の輪郭を表すデータに変換する。このデータから非円形工作物の周長をカム周長演算部 5 1 で演算する。次に輪郭上を微小で等しい長さに分割する点群をプロフィール分割点演算部 5 2 で求める。それらの点と、砥石径記憶部 3 2 の砥石車の直径から、工作物と砥石を接触させたときの砥石台の位置と主軸の角度である基準 X/C 軸データを演算部 5 3 で計算する。それらのデータは基準 X/C 軸データ記憶部 3 4 に記憶される。この基準 X/C 軸データは、機械の追従限界よりも十分に低い速度・加速度・加速度変化で動作し、工作物円周上の研削速度が一定になるように作られる。

【0019】次いでステップ 2 において X/C 軸データ修正部 6 0 で主軸回転数記憶部 3 3 に記憶された加工時の工作物一回転に要する時間と基準 X/C 軸データで加工したときに要する工作物一回転の時間から新 X/C 軸データを作成するときに使用するステップ数を求め、基準 X/C 軸データを求めたステップ数だけ飛ばしてカム 1 周分のうち 1 区間分の新 X/C 軸データを作成する。

【0020】次に新 X/C 軸データについて速度、加速度、加速度変化、接触弧長さをプロセッサ 4 7 で計算する。まず、ステップ 3 において X 軸速度演算部 4 4 で新 X/C 軸データの X 軸速度を、C 軸角速度演算部 4 5 で新 X/C 軸データの C 軸の角速度を各々算出する。ステップ 4 において、求めた新 X/C 軸データの X 軸速度、C 軸角速度それぞれが速度限界を越えているか否かを確認し、越えている場合 (YES) にはステップ 5 において速度低減処理を行い、再度ステップ 3 において新 X/C 軸データの X 軸速度と C 軸の角速度を各々算出し、再度ステップ 4 において速度限界を越えているか否かのチェックを行う。ステップ 5 における速度低減処理はステップ 2 におけるステップ数の飛ばす数を減らして再度新 X/C 軸データを作成するものである。

【0021】X 軸速度、C 軸角速度が速度限界を越えていない場合 (NO) にはステップ 6 において X 軸加速度演算部 4 2 で新 X/C 軸データの X 軸加速度を、C 軸角加速度演算部 4 3 で C 軸の角加速度を各々算出する。ステップ 7 において、求めた新 X/C 軸データの X 軸加速度、C 軸角加速度それぞれが加速度限界を越えているか否かを確認し、越えている場合 (YES) にはステップ 8 において加速度低減処理を行い、再度ステップ 6 に

いて新 X/C 軸データの X 軸加速度と C 軸の角加速度を各々算出し、再度ステップ 7 において加速度限界を越えているか否かのチェックを行う。ステップ 8 における加速度低減処理はステップ 5 における速度低減処理と同様の方法で行われる。

【0022】X 軸加速度、C 軸角加速度が加速度限界を越えていない場合 (NO) にはステップ 9 において X 軸加速度変化演算部 4 0 で新 X/C 軸データの X 軸加速度変化を、C 軸角加速度変化演算部 4 1 で C 軸の角加速度変化を各々算出する。ステップ 10 において、求めた新 X/C 軸データの X 軸加速度変化、C 軸角加速度変化それぞれが加速度変化の限界を越えているか否かを確認し、越えている場合 (YES) にはステップ 8 において加速度変化低減処理を行い、再度ステップ 9 において新 X/C 軸データの X 軸加速度変化と C 軸の角加速度変化を各々算出し、再度ステップ 10 において加速度限界を越えているか否かのチェックを行う。ステップ 11 における加速度変化低減処理もステップ 5、ステップ 8 における速度低減処理、加速度低減処理と同様の方法で行われる。

【0023】X 軸加速度変化、C 軸角加速度変化が加速度変化の限界を越えていない場合 (NO) にはステップ 12 において、新 X/C 軸データと、砥石径記憶部 3 2 に記憶されている砥石径から接触弧長さを接触弧演算部 4 6 で計算する (接触弧の計算方法については後述する)。ステップ 13 において、求めた接触弧長さが接触弧の限界を越えている場合 (YES) にはステップ 14 において接触弧低減処理を行い、再度ステップ 12 において新 X/C 軸データの接触弧長さを算出し、再度ステップ 13 で接触弧長さが限界を越えているか否かのチェックを行う。接触弧長さ低減処理もステップ 5、ステップ 8 及びステップ 11 における速度低減処理、加速度低減処理、加速度変化低減処理と同様の方法で行われる。

【0024】接触弧長さが限界を越えていない場合 (NO) にはステップ 15 においてこの状態での新 X/C 軸データを修正 X/C 軸データとして修正 X/C 軸データ記憶部 3 5 に記憶する。ステップ 16 において、修正 X/C 軸データが工作物一周分について作成されたかが確認され、全区間の作成を完了していない場合 (NO) にはステップ 17 において $n = n + 1$ としてステップ 2 に戻り、次の 1 区間分の修正 X/C 軸データ作成動作を繰り返す。完了した場合 (YES) には一周分の修正 X/C 軸データの作成終了となる。

【0025】次に接触弧の計算の方法を図 4 に基づいて説明する。ステップ S 2 で求められた新 X/C 軸データによって、砥石車 10 と工作物 12 が接触する点 P1 を求めることができる。この点 P1 から、工作物 12 が一回転されて除去された取り代の厚さだけ離れた元の外形線 F を求める。次に、点線で示す外形線 F と、砥石の半径を表す円 R w との交点 P2 を求める。この交点 P2

と、砥石車 1 0 と工作物 1 2 が接触する点 P 1 とを結んで円弧 R g が得られる。円弧 R g と C 軸データの移動角度 $d\theta$ を乗じて接触弧長さを近似して求めることができる。

【0026】このように砥石が 1 回転する間に 1 つの砥粒が工作物を研削する切りくず長さである接触弧の長さを、砥石台の加速度や周速度とともに考慮して X/C 軸データを作成することにより、研削焼け・研削割れを防ぐことができる。従来、カムのような非円形工作物では、たとえ周速を一定にした研削方法を用いても、接触弧は工作物の回転角度によって変化する。図 5 に示されるように同一のカムであっても回転中心から外面までの距離の等しい状態が連続する部分を研削する場合 (a) の接触弧 A に対し、回転中心から外面までの距離が変化する部分を研削する場合 (b) の接触弧 B では研削する長さは急激に長くなる。この接触弧が急激に長くなる部分では、砥粒 1 個の仕事量が増えて、研削熱が上昇し、研削焼けや研削割れが生じる。また、このような状態では、砥粒にかかる負荷が増えるため、砥石の寿命が短くなる。また、接触弧長さを考慮して作られた X/C 軸データにより、従来のように研削した結果から試行錯誤によって速度の低減率が適正か、適正でないかを判断しなければならないために、たとえば、研削した結果、研削焼け・研削割れのあった場合、それらの箇所から接触弧の長さの変化を推測し、速度の低減率が適当かを判断して、条件が悪いようであれば、再度、条件を変えて X/C 軸データを計算し、再加工を繰り返すといった、非常に手間のかかる作業を、省略することができる。さらに、研削時の接触弧の長さを考慮しているため、研削抵抗がほぼ一定となり、研削焼けや研削割れが無い高精度な製品が、データ作成に関する熟練知識なしで作成できる。また、砥石にかかる力の変動も少なくなるため、砥石寿命が延びて製品の精度維持に有効になる。

【0027】次にどのように速度・加速度・加速度変化・接触弧長さを算出値を制限値内に低減させているかを、接触弧長さを低減させる処理を例に図 6 及び図 7 に基づいて具体的に説明する。図 6 は基準 X/C 軸データを表す曲線の例である。L1, L2, L3, L4...L7 は基準 X/C 軸データを示す。Dn-2, Dn-1, Dn は修正 X/C 軸データである。この例は基準 X/C 軸データをステップ数 3 の間隔で飛ばした新 X/C 軸データから Dn-1 までの修正 X/C 軸データを記憶し、次の 1 区間分の修正 X/C 軸データ Dn を作成しようとしている。

【0028】図 7 は図 3 のステップ 1 4 を詳述するものであって、たとえばステップ 2 において L7 を Dn の新 X/C 軸データにする。ステップ 1 2 においてこの場合の Dn-1 - Dn 間の接触弧長さを求め、ステップ 1 3 において接触弧長さが接触弧長さ限界を越えているか否かを確認し、越えている場合 (YES) にはステップ 1 4

の接触弧低減処理として、ステップ 1 4 1 においてステップ数を所定数 3 から減らして 2 として、新たに L6 を Dn の新 X/C 軸データとする。S 1 4 2 においてその新 X/C 軸データによる Dn が Dn-1 と同一であるかが確認され、この場合は L4 ≠ L6 で同一ではない (NO) のでステップ 1 2 に戻り接触弧低減処理が終わる。ステップ 1 2 で再度接触弧長さを求め、ステップ 1 3 で接触弧長さを算出値が限界内であるかが確認される。こうして接触弧長さが限界内に収まるまでステップ数を減らす接触弧低減処理が繰り返される。

【0029】ステップ 1 3 で接触弧長さが所定限界を越え、繰り返しステップ数を減らす接触弧低減処理がされた結果、Dn の新 X/C 軸データが直前の修正 X/C 軸データ Dn-1 と同一になる場合、この例では Dn-1 = Dn = L4 となる場合には、その直前の修正 X/C 軸データ Dn-1 を作成し直す。ステップ 1 4 2 において Dn 及び Dn-1 が同一である (YES) ことを確認して、ステップ 1 4 3 において $n = n - 1$ として 1 つ戻り記憶した直前の修正 X/C 軸データ Dn-1 を削除し、それを決めたステップ数を 1 つ減らし、Dn-1 の新 X/C 軸データを新たに L3 として作成し、ステップ 1 2 に戻り Dn-2 - Dn-1 間の接触弧長さを求め、ステップ 1 3 において求めた接触弧長さが限界内であるかを確認する。これにより Dn-1 の新 X/C 軸データの接触弧長さが限界内に治まった場合 (YES) には、図 3 のステップ 1 5 以降の動作を続け、戻した新 X/C 軸データの L3 を直前の修正 X/C 軸データ Dn-1 と記憶した後、この例では次の修正 X/C 軸データ Dn を、新 X/C 軸データである L6 と所定ステップ数 3 とから作成する。また、ステップ 1 3 において Dn-1 の新 X/C 軸データの接触弧長さがまだ限界を越えている場合 (NO) には再度ステップ 1 4 1 においてステップ数を減らす。この例では Dn-1 の新 X/C 軸データを L2 とし、以降、先と同様の接触弧低減処理を繰り返す。以上のようにして修正 X/C 軸データを順に作成して工作物一周分の修正 X/C 軸データを求め、修正 X/C 軸データ記憶部 3 5 に記憶される。このような演算を、カム 1 周分について逐次進めていき、研削に使う修正 X/C 軸データが全て記憶される。

【0030】次に、図 3 に続くフローチャートである図 8 のステップ 1 7 において、速度・加速度・加速度変化・接触弧長さを算出値を制限値内に低減させた修正 X/C 軸データの加速度・接触弧長さを、カム 1 周分について、入出力インターフェース 8 1 である CRT 8 2 に図 9 のようなグラフとして出力する。図 9 は、横軸に研削開始からの時間経過をとり、縦軸にそれぞれ砥石台の移動量を表わした上下同一のグラフ 9 1, 9 1 と、砥石台の加速度を表わしたグラフ 9 2 と、接触弧を表わしたグラフ 9 3 とを表わしている。砥石台の移動量が加速度及び接触弧長さと同一グラフに表示されているから、カム

の形状精度の必要な部分で、加速度の大きさ及び接触弧の長さが有効になっているかを確認することができる。また、各グラフの最大値は、縦軸のマーカで表示された加速度のピーク 9 4・接触弧の長さのピーク 9 6 マーカで指示される。そして、ステップ 1 8 では、操作者が C R T 上の曲線から感覚的に、カムに要求される形状精度により加速度の制限値を調整するためにその加速度の制限値の大きさを変えたい時は、前記マーカをキーボード 8 1 の ↑・↓ キーにより上下させ、加速度の制限値を変更する。このように数値入力をするのがないから入力ミスを防ぐことができる。

【0 0 3 1】次に、加速度の編集を行い終了した場合及び編集を行わなかった場合ともに、接触弧の長さの制限値の移動をステップ 1 9 で同様に行う。↑・↓ キーにより移動するマーカは、←・→ キーにより加速度のグラフと接触弧の長さのグラフとで切り替えることができる。接触弧の長さの制限値も、工作物の材質・熱処理の方法や、研削に使用される砥石の材質により調整する必要がある。たとえば、熱処理のされていない工作物の場合、C B N ホイールを使用したときには、砥粒が研削熱により摩滅しないことを第 1 に考慮しなければならない。一方、熱処理されたカムの研削では、砥粒の摩滅よりも、研削熱による熱処理状態の状態変化が低温状態から生じるから注意しなければならない。したがって、非熱処理材を研削するときは、熱処理されたカムを研削する時よりも接触弧を長く設定できるから、カムの回転速度が大きくなり加工能率を向上できる。なお、ピーク 9 4、9 6 の数値を直接に最大値 9 5、9 7 として C R T 8 2 に表示し操作者の微小な調整を可能にしたり、↑・↓・←・→ キーの代わりに、例えば上方向を示す U キーや下方向を示す D キー等の文字キーを利用し矢印キーのないキーボードに対処したりすることができる。

【0 0 3 2】ステップ 2 0 ではマーカの移動の有無を判別し、マーカの移動がどちらかのグラフで行われたと判定した場合には、ステップ 2 1 で移動したマーカの C R T 上の座標から、それぞれの制限値を制限値更新部 2 5 で逆算し、ステップ 2 2 でその新たな制限値を制限値記憶部 3 6 の加速度又は接触弧の長さの制限値と更新する。そして、ステップ 2 3 で更新された制限値により、基準 X / C 軸データから再演算を行い、編集 X / C 軸データを作成する。また、ステップ 2 0 でマーカの移動が両グラフで行われないと判定した場合には、ステップ 1 6 で作成した修正 X / C 軸データを、そのまま編集 X / C 軸データとする。

【0 0 3 3】このように処理された編集 X / C 軸データは、ステップ 2 5 で外部記憶装置にデータファイルとして出力される。これにより、カムの創成運動を実行する研削パートプログラムを作成した場合には、従来は図 1 0 (a) の 1 0 2 のように膨大な点群データをそのまま書き表わしていたが、図 1 0 (b) の 1 0 1 のようにデ

ータファイル名を一行とすることができるからプログラムを小さく簡潔にできる。また、他の研削盤で同じ形状のカムを加工するために X / C 軸データを複製する場合、点群で表わされている時に比べ複製するプログラムの部分を間違えることがない。このようにして得られた編集 X / C 軸データによって、主軸の回転運動と砥石台の往復運動とを制御して非円形工作物の加工が行われる。

【0 0 3 4】なお、これらの機能は別の計算装置で行っても同様の効果があるため、必ずしも数値制御装置の中に組み込む必要はない。

【0 0 3 5】

【発明の効果】以上詳述したように本願発明によれば、非円形工作物の加工データ作成装置に予め設定又は入力された主軸と砥石台の速度及び加速度の制限値を考慮して修正 X / C 軸データを演算後、少なくとも X / C 軸データの変位及び加速度を、工作物の一回転分について C R T で図形として操作者が見ることにより、主軸の回転角度に対する砥石台移動位置の X / C 軸データが視覚的に分かりやすい編集ができる。また、その出力結果から加速度の制限値を前記図形上で変更設定できる編集手段を設け、数値入力を一切無くしたから従来のような数値の入れ間違いによる加工不良や加工装置の追従不良による砥石破損などのを防ぎ加工効率を向上できるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した数値制御研削盤の構成を示す図である。

【図 2】図 1 の数値制御研削盤の電気的構成を示す図である。

【図 3】本発明の一実施例における修正 X / C 軸データの算出動作を示すフローチャートである。

【図 4】接触弧の求め方を示す図である。

【図 5】非円形工作物における接触弧の変化を表す図である。

【図 6】主軸の回転角度と砥石台の往復運動との関係を表した曲線を示す図である。

【図 7】図 3 の加速度低減処理の具体的動作を示すフローチャートである。

【図 8】図 3 から続き、編集 X / C 軸データの算出動作を示すフローチャートである。

【図 9】砥石台の移動量、砥石台の加速度及び接触弧長さを C R T 上に表示した説明図である。

【図 1 0】編集 X / C 軸データをパートプログラムに書き表わした説明図である。

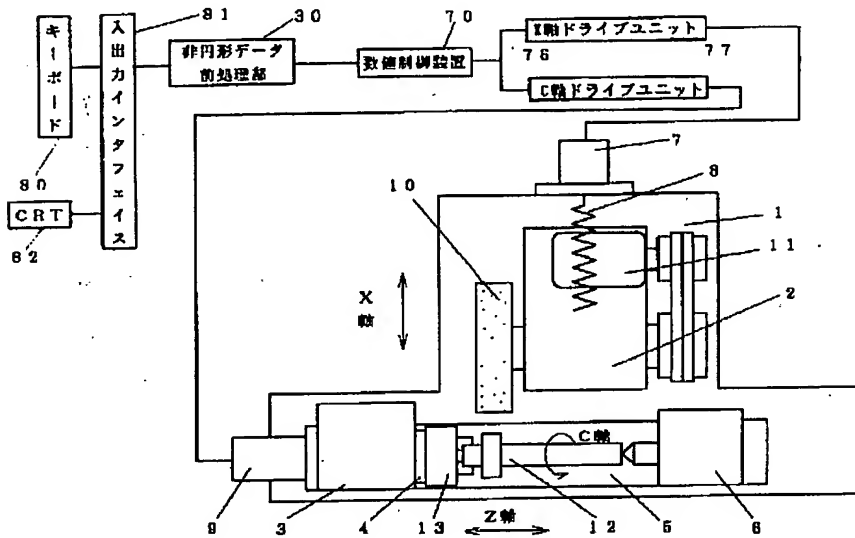
【符号の説明】

1・・・ベッド、2・・・砥石台、3・・・主軸台、4・・・主軸、6・・・心押台、7 X 軸サーボモータ、9・・・C 軸サーボモータ、1 0・・・砥石車、3 4・・・基準 X / C 軸データ記憶部、3 5・・・修正 X / C 軸データ記憶部、3 6

・制限値記憶部、40・・・X軸加速度変化演算部、41・・・C軸角加速度変化演算部、42・・・X軸加速度演算部、43・・・C軸角加速度演算部、44・・・X軸速度

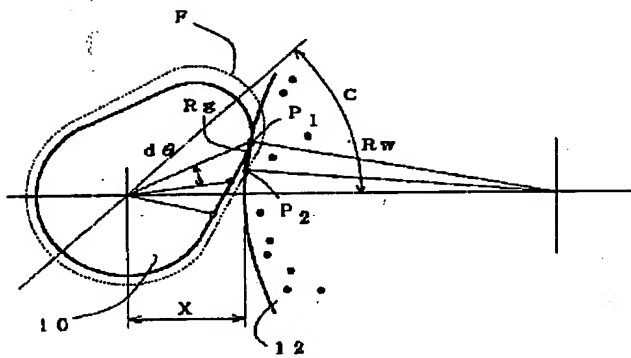
演算部、45・・・C軸角速度演算部、46・・・接触弧演算部、47、54・・・プロセッサ、53・・・基準X/C軸データ演算部、60・・・X/C軸データ修正部

【図1】

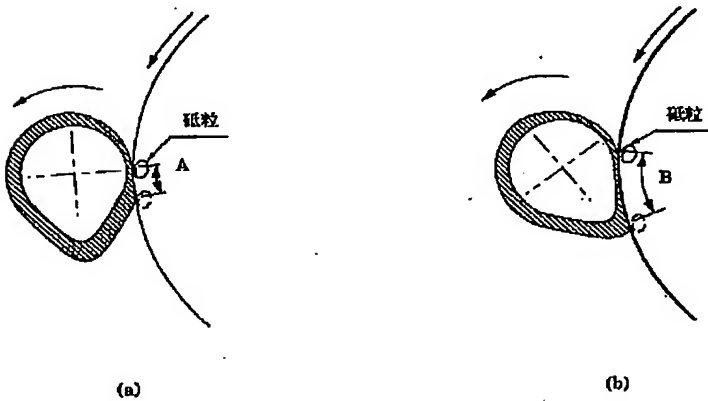
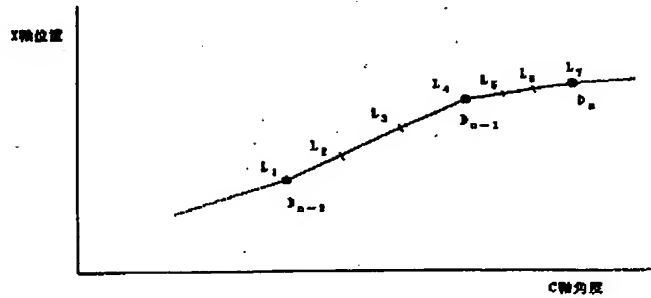


【図4】

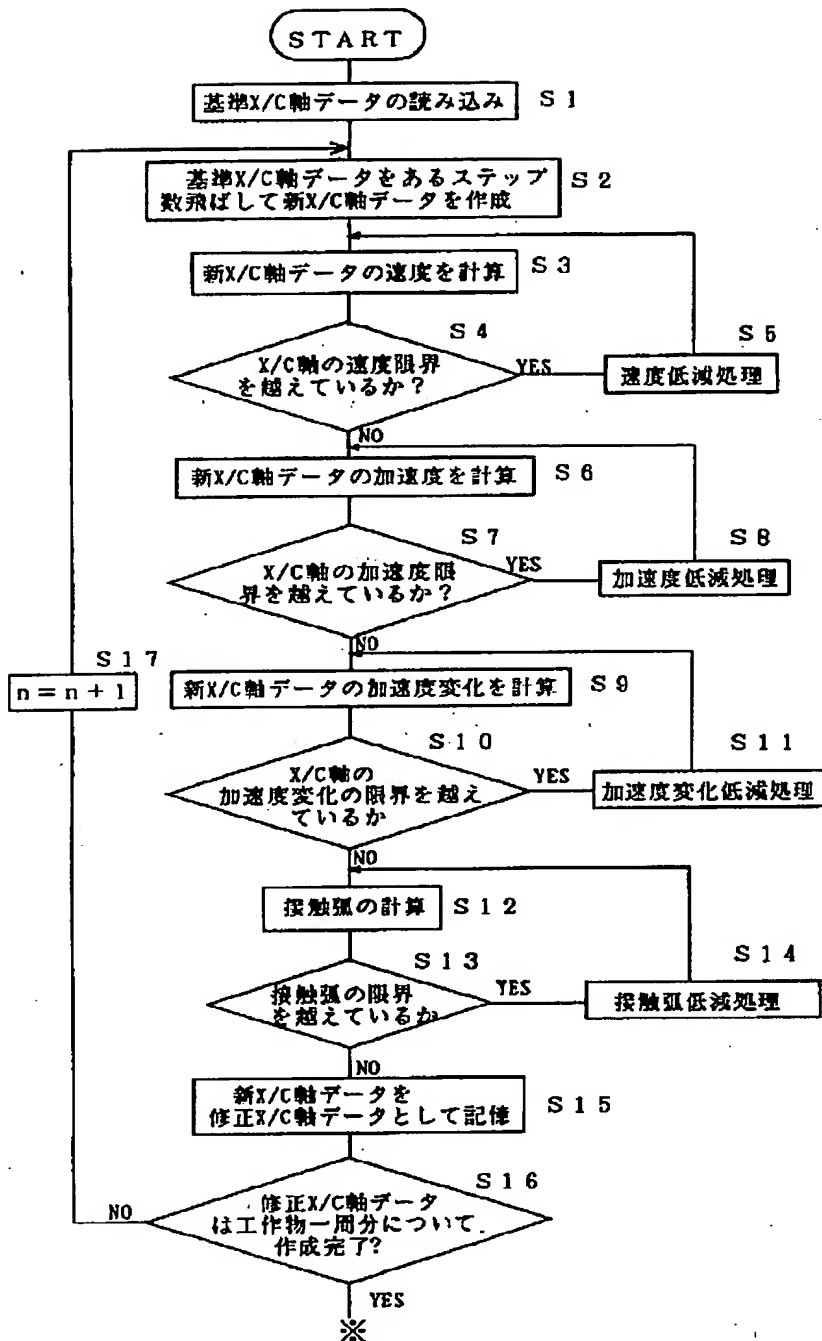
【図6】



【図5】



【図 3】



【図 10】

(a)

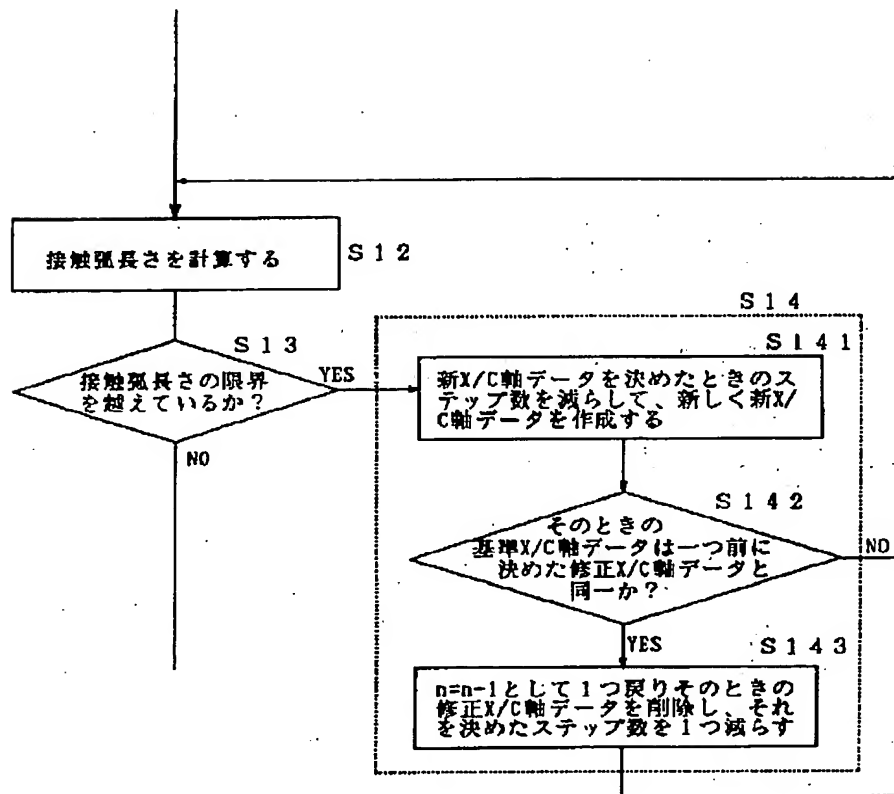
N001	G01	X500	F3000
N002	G17D	FN(CAM-1)	QA=1 QF=.5 FF=0.5
N003	G01	X100	F10001

1 0 1

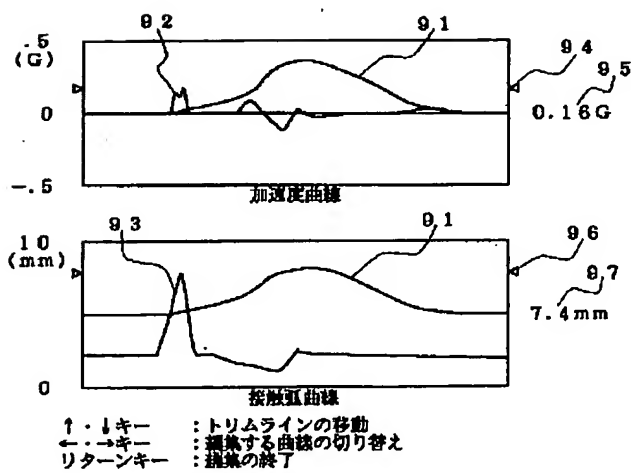
(b)

N001	G01	X500	F3000														
N002	<table><tr><td>X30</td><td>CO</td></tr><tr><td>X30.002</td><td>CO.002</td></tr><tr><td>X30.004</td><td>CO.050</td></tr><tr><td>X30.019</td><td>CO.008</td></tr><tr><td>.</td><td>.</td></tr><tr><td>.</td><td>.</td></tr><tr><td>.</td><td>.</td></tr></table>			X30	CO	X30.002	CO.002	X30.004	CO.050	X30.019	CO.008
X30	CO																
X30.002	CO.002																
X30.004	CO.050																
X30.019	CO.008																
.	.																
.	.																
.	.																

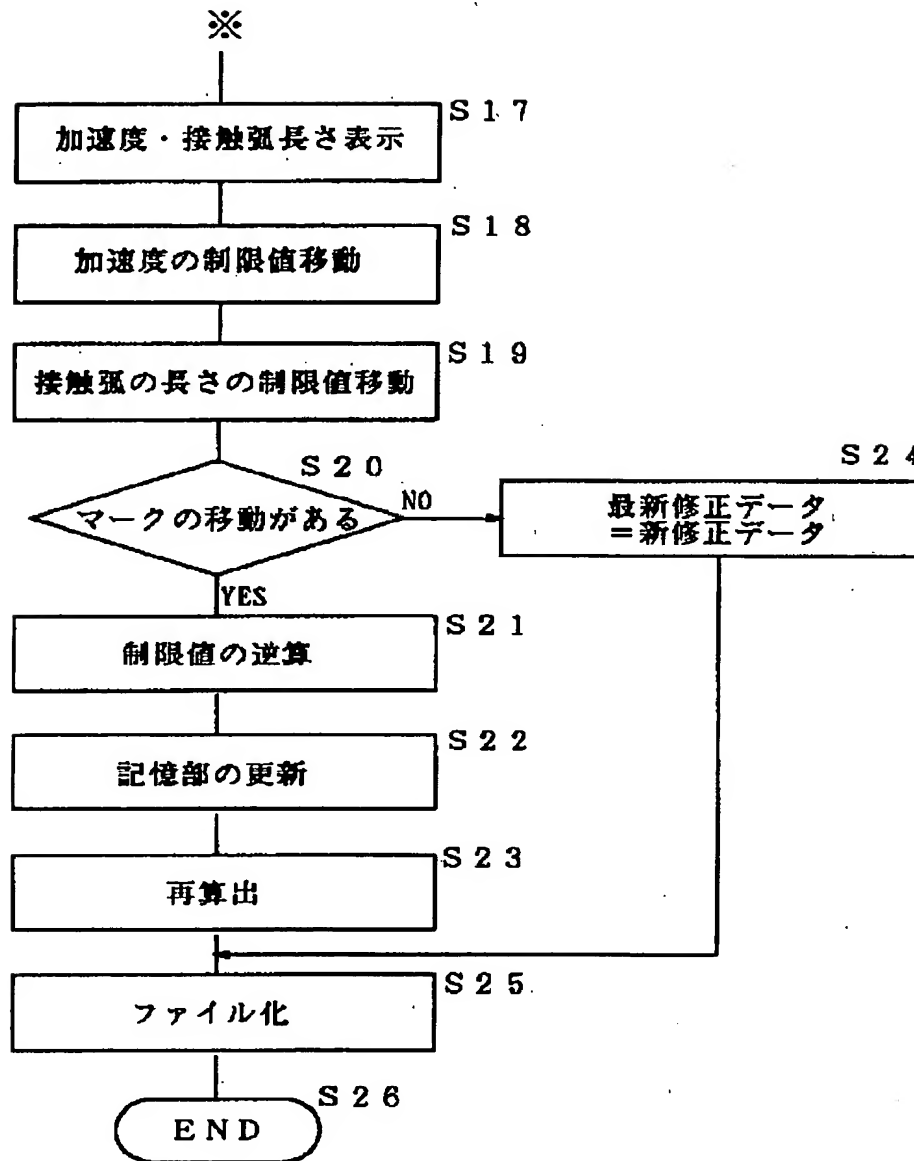
【図 7】



【図 9】



【図 8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.